

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2006/2007  
*Peperiksaan Semester Pertama*  
*Sidang Akademik 2006/2007*

Oktober/November 2006

## **EBB 224/3 - Design of Engineering Materials** ***EBB 224/3 - Rekabentuk Bahan Kejuruteraan***

Time : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

Please make sure that this examination paper consists of ELEVEN pages of printed material and ONE page APPENDIX before you begin the examination.

This paper contains SEVEN questions. ONE question in SECTION A, THREE questions in SECTION B and THREE questions in SECTION C.

Answer FIVE questions. Answer ALL questions from SECTION A, TWO questions from SECTION B and TWO questions from SECTION C. If a candidate answers more than five questions, only the first five answers will be examined and awarded marks.

Answer to any question must start on a new page.

All questions could be answered in Bahasa Malaysia or English.

*Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEBELAS muka surat beserta SATU muka surat (Lampiran) yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.*

*Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan. SATU soalan di BAHAGIAN A, TIGA soalan di BAHAGIAN B dan TIGA soalan di BAHAGIAN C.*

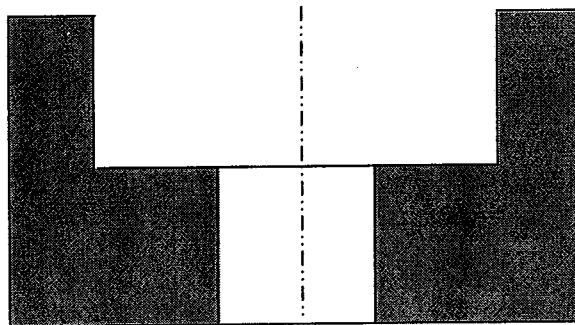
*Jawab LIMA soalan. Jawab SEMUA soalan dari BAHAGIAN A, DUA soalan dari BAHAGIAN B dan DUA soalan dari BAHAGIAN C. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.*

*Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.*

*Semua soalan boleh dijawab samada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.*

**SECTION A****BAHAGIAN A**

1. [a] What are the common problems faced by a manufacturer while doing a heat treatment on a steel gear blank with a design shown in Figure 1. Propose an appropriate design for heat treating the gear blank and explain how this design can overcome the problems.



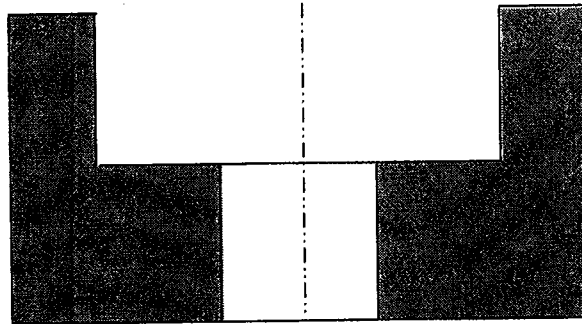
**Figure 1**

(50 marks)

- [b] With the help of schematic diagrams, briefly explain five (5) design guidelines to reduce the effect of stress concentration on a shaft.
- (35 marks)
- [c] Draw the triangle diagram to show factors that should be considered in component design.

(15 marks)

1. [a] *Apakah masalah yang biasa dialami oleh pengilang ketika melakukan rawatan haba ke atas gear keluli kosong (steel gear blank) dengan rekabentuk seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Cadangkan rekabentuk yang lebih baik bagi merawat haba gear ini dan terangkan bagaimana rekabentuk tersebut boleh mengatasi masalah yang dinyatakan.*



**Rajah 1**

(50 markah)

- [b] *Dengan bantuan gambarajah, jelaskan secara ringkas lima (5) garis panduan rekabentuk bagi mengurangkan kesan tumpuan tegasan ke atas sesuatu aci.*

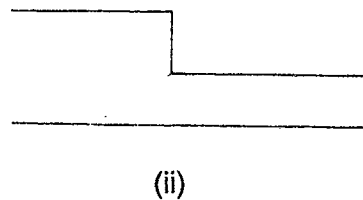
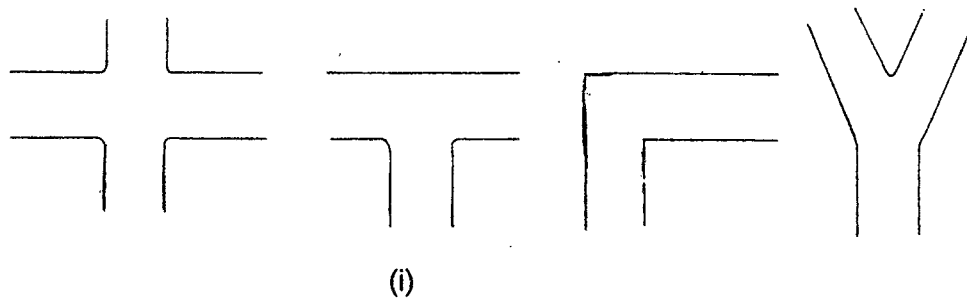
(35 markah)

- [c] *Lukiskan rajah segitiga yang menunjukkan faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam merekabentuk komponen.*

(15 markah)

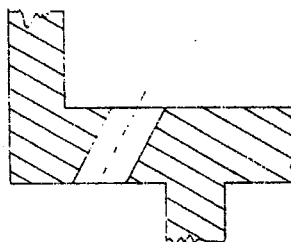
**SECTION B****BAHAGIAN B**

2. [a] Figure 2 shows the incorrect designs of (i) intersecting sections and (ii) different cross section area in cast components. Why are these designs claimed incorrect and what are the possible defects which might result from these incorrect designs. With the aid of suitable design drawing, suggest a few solution to overcome this problem.

**Figure 2**

(60 marks)

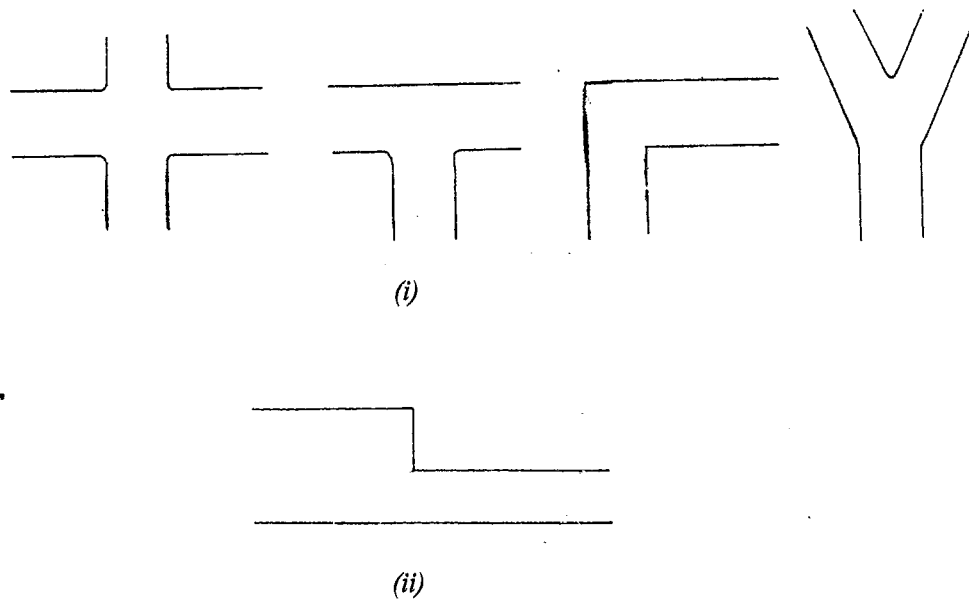
- [b] Figure 3 gives a design for a drilled part. What are the possible problems that might be caused by this design? Propose a better designs for this drilling part. Please justify your suggestion.

**Figure 3**

(40 marks)

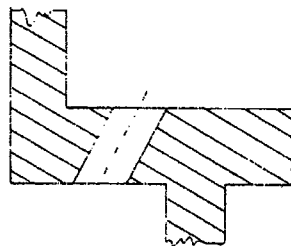
...5/-

2. [a] *Rajah 2 menunjukkan rekabentuk yang kurang baik bagi (i) keratan bersilang dan (ii) luas keratan rentas yang berbeza bagi komponen tuangan. Kenapa rekabentuk tersebut dikatakan kurang baik dan apakah kecacatan yang mungkin terhasil pada komponen akibat rekabentuk tersebut. Dengan menggunakan lakaran rekabentuk yang sesuai, cadangkan beberapa penyelesaian bagi mengatasi masalah ini.*

**Rajah 2**

(60 markah)

- [b] *Rajah 3 merupakan satu rekabentuk bagi komponen tergerudi. Apakah masalah yang mungkin terhasil akibat menggunakan rekabentuk ini. Cadangkan rekabentuk yang lebih baik untuk menghasilkan komponen tergerudi ini. Nyatakan kewajaran cadangan anda.*

**Rajah 3**

(40 markah)

...6/-

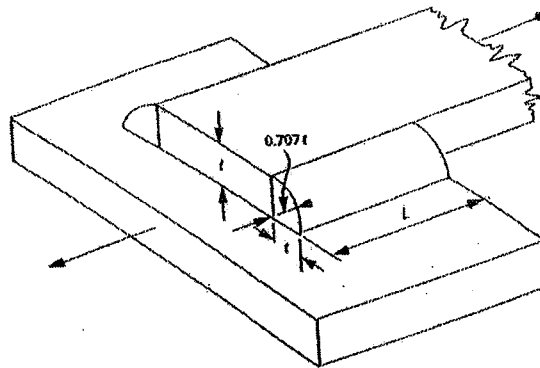
3. [a] State 5 design considerations for manufacturing molded plastic components.

(25 marks)

- [b] State the general guidelines which should be considered when designing metal sheet parts that are to be made by bending.

(25 marks)

- [c] A flat steel was welded to a base steel by a lap joint as shown in Figure 4. Based on AWS code, determine the length of the welds if it should support a load of 170 kN and the thickness of the steel is 10 mm. Tensile strength of the welding electrode used was 300 MPa.



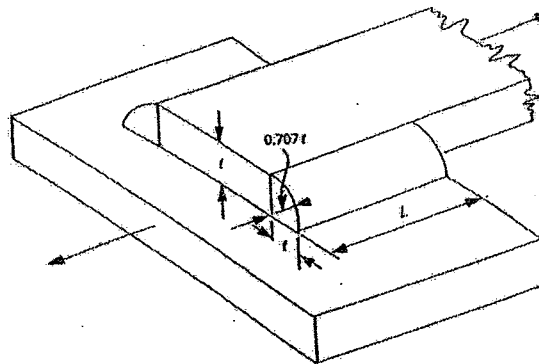
**Figure 4**

(30 marks)

- [c] Explain the advantages of metal joining by welding technique compared to riveting technique.

(20 marks)

3. [a] Nyatakan 5 pertimbangan rekabentuk bagi pembuatan komponen acuan plastik.  
(25 markah)
- [b] Nyatakan garis panduan umum yang perlu dipertimbangkan apabila merekabentuk komponen keluli kepingan yang dihasilkan melalui lenturan.  
(25 markah)
- [c] Satu kepingan keluli telah dikimpal secara sambungan sisi (lap joint) kepada keluli dasar seperti dalam Rajah 4. Berdasarkan kod AWS, kirakan panjang kimpalan yang diperlukan sekiranya muatan beban yang perlu disokong ialah 170 kN dan tebal kepingan keluli tersebut ialah 10 mm. Kekuatan tegangan elektrod kimpalan yang digunakan ialah 300 MPa.



Rajah 4

(30 markah)

- [d] Terangkan kelebihan sambungan logam melalui teknik kimpalan berbanding pemakuan (riveting).

(20 markah)

4. [a] Write a note on erosion-corrosion. Your explanation must also provide design rules for preventing erosion-corrosion problems.

(50 marks)

- [b] Explain 5 general rules which are related to the flow of material in the die cavity during metal forging?

(25 marks)

- [c] Give 5 design rules established by The Powder Metallurgy Parts Association.

(25 marks)

4. [a] *Beri suatu nota ringkas berkaitan hakisan-kakisan (erosion-corrosion). Penerangan anda mestilah turut menjelaskan peraturan rekabentuk umum untuk mengelakkan masalah hakisan-kakisan.*

(50 markah)

- [b] *Nyatakan 5 peraturan umum yang berkaitan dengan aliran bahan dalam ruang acuan semasa penempaan logam.*

(25 markah)

- [c] *Berikan 5 peraturan rekabentuk yang diberikan oleh Persatuan Komponen Metalurgi Serbuk (The Powder Metallurgy Parts Association).*

(25 markah)



**SECTION C****BAHAGIAN C**

5. [a] In the simple case of a structural beam under simple loading, the weight of a beam of square cross sectional area,  $w$ , can easily be shown to be proportional to  $P/E^{1/2}$ , by using appropriate deflection formula prove this statement ( $w \propto P/E^{1/2}$ ).

(40 marks)

- [b] From Figure 5 (see appendix), choose which design changes are required when substituting HDPE for stainless steel in making a spoon for a picnic set while maintaining similar stiffness. The narrowest cross section of the original stainless steel spoon was rectangular of 1.5 x 10 mm.

$E$  for stainless steel = 210 GPa

$E$  for HDPE = 1.1 GPa

(60 marks)

5. [a] *Dalam satu kes rasuk struktur mudah yang dikenakan beban, berat rasuk yang mempunyai keratan rentas berbentuk segiempat sama  $w$ , ini menunjukkan ia berkadar langsung dengan  $P/E^{1/2}$ . Dengan menggunakan formula pemesongan yang bersesuaian buktikan kenyataan ini ( $w \propto P/E^{1/2}$ ).*

(40 markah)

- [b] *Daripada Rajah 5 (sila lihat Lampiran), pilih perubahan rekabentuk yang diperlukan bagi menggantikan keluli nirkarat dengan HDPE bagi menghasilkan set sudu yang mana sifat kekakuannya dikekalkan. Keratan rentas yang paling sempit bagi sudu keluli nirkarat berbentuk segiempat tepat ialah 1.5 x 10 mm.*

$E$  bagi keluli nirkarat = 210 GPa

$E$  bagi HDPE = 1.1 GPa

(60 markah)

6. [a] A simple supported beam of length 1 m with round section shape is used as a structural material for the tie rods of a bridge. The beam is expected not to deflect more than 50 mm for every 1000 N increment of load at its center. AISI 4340 is used to make the beam. The yield strength (YS), UTS and modulus of elasticity (E) are 1420 MPa, 1800 MPa and 210 GPa, respectively. Take factor of safety as 1.5.

- (i) Determine the diameter (D) of the beam.
- (ii) Calculate the maximum permissible load.

(55 marks)

- [b] The effect of service environment on material performance at high temperature can be divided into three categories:

- (i) Microstructural effect
- (ii) Chemical effect
- (iii) Mechanical effect.

Write short notes on each of the effects above.

(45 marks)

6. [a] *Diberikan satu rasuk yang panjangnya 1 m dengan keratan rentas berbentuk bulat digunakan sebagai bahan membuat rod ikat jambatan. Rasuk dijangkakan tidak memesonng lebih dari 50 mm bagi setiap pertambahan berat sebanyak 1000 N ditengah-tengah rod. AISI 4340 digunakan bagi menghasilkan rod tersebut. Kekuatan alah (YS), UTS dan modulus kenyal (E) masing-masing adalah 4120 MPa, 1800 MPa dan 210 GPa. Dengan menggunakan faktor keselamatan 1.5.*

- (i) *Tentukan diameter (D) rasuk*
- (ii) *Kirakan beban maksimum yang dibenarkan dikenakan ke atas rasuk.*

(55 markah)

- [b] *Kesan persekitaran terhadap prestasi bahan pada suhu tinggi boleh dibahagikan kepada tiga kategori, iaitu:*

- (i) *Kesan mikrostruktur*
- (ii) *Kesan kimia*
- (iii) *Kesan mekanikal*

*Tuliskan nota ringkas bagi setiap kesan yang disebut di atas.*

(45 markah)

7. [a] With the aid of a flow chart, illustrate steps which can be followed in designing fracture-resistant structures.

(40 marks)

- [b] The reported fatigue strength or endurance limits of a material are usually based on tests of small samples under laboratory condition. Such values cannot be directly used for design purposes. List several others factors that will influence the fatigue behavior under real service conditions.

(20 marks)

- [c] An aluminium 2014 T6 tube of 75 mm outer diameter and 1 mm thickness is used to make a pipeline and the pipeline is subjected to an internal pressure of 8.4 MPa. What is the factor of safety that was taken against failure by yielding when the pipeline was designed? Yield strength for aluminium 2014 T6 is 420 MPa.

(40 marks)

7. [a] *Dengan bantuan carta alir, berikan langkah-langkah yang boleh diikuti bagi merekabentuk struktur tahan patah.*

(40 markah)

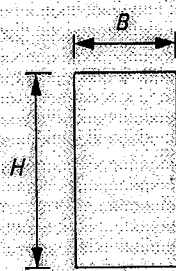
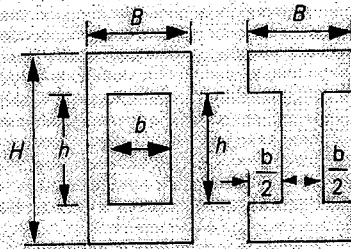
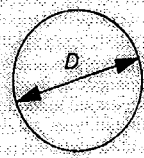
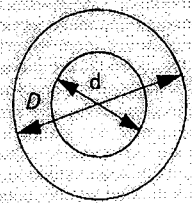
- [b] *Kekuatan patah atau had ketahanan sesuatu bahan lazimnya diperolehi daripada ujian yang dijalankan ke atas spesimen yang kecil dan dilakukan di dalam makmal. Nilai yang diperolehi tidak sesuai digunakan terus bagi tujuan rekabentuk. Senaraikan beberapa faktor yang akan mempengaruhi kelakuan lesu pada keadaan khidmat sebenar.*

(20 markah)

- [c] *Satu tiub aluminium 2014 T6 berdiameter luar 75 mm dan berketebalan 1 mm digunakan untuk membuat talian paip dan dikenakan tekanan dalaman sebanyak 8.4 MPa. Berapakah nilai faktor keselamatan yang diambil semasa merekabentuk talian paip bagi mengatasi masalah kegagalan yang disebabkan oleh alahan. Kekuatan alah bagi aluminium 2014 T6 ialah 420 MPa.*

(40 markah)

**APPENDIX**  
**LAMPIRAN**

Section shape Bentuk rasuk	Formula for I Formula bagi I	Dimension value for different geometries Nilai dimensi bagi geometri yang berbeza
	$\frac{BH^3}{12}$	
	$\frac{BH^3 - bh^3}{12}$	H = 10    B = 18 h = 9    b = 15.9
	$\frac{\pi D^4}{64}$	D = 10
	$\frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$	D = 15    d = 14.12

**Figure 5 - The value of second moment of area (I) of a beam in bending.**  
**All unit above are in mm.**

**Rajah 5 - Nilai momen inertia kedua (I) bagi rasuk apabila di lentur.**  
**Semua unit di atas adalah di dalam mm.**